



## RANCANG BANGUN WIND TUNNEL MENGGUNAKAN SMOKE GENERATOR PADA AERODINAMIKA KENDARAAN

Hengki Purwanto<sup>#1</sup>, Siti Rodiyah Andary<sup>\*2</sup>, Hartono<sup>#3</sup>

Teknik, Politeknik Negeri Jember

Jalan Mastrip POBOX 164, Jember 68101, Indonesia

Teknik, Politeknik Negeri Jember

Jalan Mastrip POBOX 164, Jember 68101, Indonesia

Keternakan Pertanian, Politeknik Negeri Jember

Jalan Mastrip POBOX 164, Jember 68101, Indonesia

<sup>1</sup>email. Hengki\_P@polije.ac.id

<sup>2</sup>email. siti\_rodiah@polije.ac.id

<sup>3</sup>email. Hartono@polije.ac.id

### Abstract

Aerodynamics is a branch of science that deals with the movement of air. The movement of air appears which is caused by the rate of transportation having an impact on the body of transportation. The movement of air velocity can affect transport. In aerodynamic research requires simulations that can represent the air flow using a wind tunnel. Wind tunnel is a device used in aerodynamic research. Tunnels are made to study the effects of air moving through solid objects. Solid objects here can be various means of transportation. A wind tunnel consists of a tubular part with the object being tested mounted in the middle. Air is moved through the object with a suction fan system. Wind tunnels are instrumented with sensors that are suitable for measuring wind motions, pressure distribution, or other characteristics related to aerodynamics. Wind tunnels are of two types of wind tunnels namely open and closed paths. In open type wind tunnels, construction is simpler, cheaper, saves space and is not affected by temperature fluctuations because room temperature is relatively more stable. In the closed type air is circulated along the wind tunnel so that it is larger, more expensive and more difficult to make. The advantage of this type is that the fan used can be smaller than the open type for the same wind speed. The stage of the wind tunnel method requires several components. The component is divided into three rooms. The first room is a concentration room that serves to create smoke that is linear or flat. The second room is a test room used to see the flow of air formed against the object being observed. The third chamber is used to absorb the flow of air that passes through the concentration chamber and the test chamber. Stages of research methods with the help of smoke created to see the flow of air formed. Smoke itself serves to clarify the picture of the state of the air. From these observations, laminar flow or turbulence can be formed in the air flow that hits the object. For air speed can also vary according to our wishes. The relationship of wind speed affects the lift or thrust of an object. The targeted output Obtained a direction from further research based on valid research data for the development of air water. So the general goal is to provide practical knowledge to students. Can be used as new information in the world of engineering and learning about air flow. Can be an alternative solution for college students who want to test aerodynamic objects using wind tunnels.

**Keywords:** aerodynamics, wind tunnel, laminar, turbulanc, smoke.

### I. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah sebuah kendaraan yang mempunyai mesin penggerak berupa mesin motor bakar atau elektrik. Transportasi bertujuan untuk mempercepat pergerakan manusia untuk berpindah dari tempat satu ketempat lainnya. Transportasi dalam perkembangan juga terbagi jadi beberapa macam sesuai dengan kebutuhan lingkungannya. Yaitu transpotasi air, darat, udara dan antariksa. Dari transportasi tersebut juga di design sesuai kebutuhan untuk efektifitas dalam meningkatkan laju pada transportasi tersebut.

Laboratorium kami ada mata kuliah dan praktikum tentang aerodinamika. Dengan permasalahan alat uji windtunnel tersebut belum ada.

#### 1.2 Rumusan Masalah

1. Membuat alat uji pengamatan pada terowongan udara atau windtunnel.
2. Megetahui aliran udara yang mengenai pada permukaan pada benda uji.

### II. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Introduction

A Göttingen type wind tunnel is designed and built up for turbulent flow research and the characterization of objects in such flows. Due to spatial limitation (10:5\_3:8\_5 m3) and the need of a maximal long test section an unconventional wind tunnel design was developed. This design enables a test section with dimensions of 5:2\_1:0\_0:8 m3 (length\_width\_height). The Göttingen type or recirculation wind tunnel is selected since it is characterized by a high efficiency (only the inner

friction slows down the flow and has to be overcome by the ventilator power) and its encapsulate flow does not disturb surrounding work in the laboratory. These two aspects are different to an Eiffel wind tunnel type<sup>1</sup>. The wind tunnel design enables to work in a closed test section setup as well as in an open setup. Wind speed reaches up to  $u = 22$  ms in the test section. Although an unconventional design is present, the turbulence intensity<sup>2</sup>

(1 Institute of Physics, University of Oldenburg and 2 ForWind, University of Oldenburg, Carl-von-Ossietzky-Str. 9-11, 26129 Oldenburg, Germany 4 Corresponding author - Email: nicoreinke@gmx.de)

## 2.2 2 tipe pada wind tunnel

To achieve such level of applicability, there are 2 basic types of wind tunnels and 2 basic test section configurations, respectively. The 2 basic types of wind tunnels are open-circuit and closed-circuit. The advantages of open-circuit wind tunnels are the construction cost (less than closed-circuit), the possibility to run internal combustion engines and extensive use of smoke for flow visualization without the need to purge. The disadvantages are the higher initial costs (due to return ducts and corner turning vanes), the necessity to purge the tunnel if smoke is extensively used and some method of cooling for high utilization of the tunnel (Barlow *et al.* 1999; Mehta and Bradshaw 1979). According to wind tunnel design, there are also 2 basic test section configurations which could be open-test section and closed test section, which are respectively a free boundary test section (opened to atmospheric condition) and an enclosed test section (surrounded by walls), as illustrated in Fig. 1.

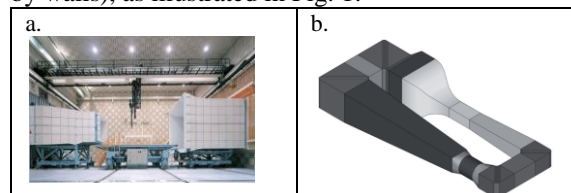


Figure 1. (a) Open test section (RTRI 2017); (b) Closed test section.

(Almeida O; Miranda FC; Ferreira Neto O; Saad FG (2018). Low Subsonic Wind Tunnel – Design and Construction. J Aerosp Technol Manag, 10: e1018. doi: 10.5028/jatm.v10.716.)

Untuk mencapai tingkat penerapan seperti itu, masing-masing ada 2 tipe dasar terowongan angin dan 2 konfigurasi bagian uji dasar. Dua tipe dasar terowongan angin adalah sirkuit terbuka dan sirkuit tertutup. Keuntungan dari terowongan angin sirkuit terbuka adalah biaya konstruksi (kurang dari sirkuit tertutup), kemungkinan untuk menjalankan mesin pembakaran internal dan secara ekstensif menggunakan asap untuk visualisasi aliran tanpa perlu membersihkan. Kerugiannya adalah: lebih sulit daripada sirkuit bagian uji-tertutup untuk

mendapatkan aliran berkualitas tinggi; angin dan cuaca dingin dapat mempengaruhi operasi; membutuhkan lebih banyak energi untuk dijalankan jika terowongan memiliki tingkat pemanfaatan yang tinggi; secara umum, itu cenderung berisik. Di sisi lain, keuntungan dari terowongan angin sirkuit tertutup adalah: menggunakan baling-baling sudut dan menyaring kualitas aliran dapat dikontrol dengan baik; independen dari kegiatan lain dalam kondisi bangunan dan cuaca; lebih sedikit energi yang dibutuhkan untuk tingkat pemanfaatan yang tinggi; lebih sedikit kebisingan lingkungan saat beroperasi. Kerugiannya adalah biaya awal yang lebih tinggi (karena saluran balik dan baling-baling sudut), kebutuhan untuk membersihkan terowongan jika asap digunakan secara luas dan beberapa metode pendinginan untuk pemanfaatan terowongan yang tinggi (Barlow *et al.* 1999; Mehta and Bradshaw 1979). Menurut desain terowongan angin, ada juga 2 konfigurasi bagian uji dasar yang dapat berupa bagian uji terbuka dan bagian tes tertutup, yang masing-masing merupakan bagian uji batas bebas (dibuka untuk kondisi atmosfer) dan bagian uji tertutup (dikelilingi oleh dinding), seperti yang diilustrasikan pada Gambar. 1.

## 2.3 Tipe pada wind tunnel

Ada dua tipe dasar dari wind tunnel, yaitu Open Circuit Tunnel dan Closed Circuit Tunnel. Sedangkan berdasarkan kecepatan udara, wind tunnel dibedakan atas Subsonic wind tunnel ( $v < 0,3$  Mach), Transonic wind tunnel (0,8 Mach – 1,2 Mach), Supersonic wind tunnel ( $v > 1,2$  Mach), Hypersonic wind tunnel ( $v > 5$  Mach). Percobaan dilakukan dalam sebuah Open Circuit Tunnel (subsonic wind tunnel), dengan kapasitas kecepatan udara antara 20 Hz sampai 50 Hz. Seperti terlihat pada gambar 4. Terowongan angin tersebut mempunyai ukuran panjang 2980 mm dengan test section berbentuk bujur sangkar berukuran 300 x 300 mm<sup>2</sup> dan panjang 450 mm. Gaya model layar diukur dengan menggunakan timbangan gaya aerodinamik (*aerodynamic force balance*) yang mempunyai ketelitian sebesar 1 mN [3]. Gambar



Gambar 4. Open Circuit Subsonic Wind Tunnel Teknik Mesin ITS

(Danang Priambada, Aries Sulisetyono Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut

Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 E-mail: sulisea@na.its.ac.id)

#### 2.4 Road Map Penelitian

Road map penelitian didasarkan pada Rencana Induk Riset (RIR) tahun 2019 – 2023 Politeknik Negeri Jember

Gambar 2.10 menunjukkan road map penelitian pengusul pada usulan proposal penelitian sumber dana PNPB tahun 2019



### III. TUJUAN DAN MANFAAT

#### 3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

- Mendesain suatu alat yang bermanfaat agar dapat mempermudah dalam praktikum yang mencakup alat tersebut.
- Mengetahui Metode alat yang di lakukan dengan cara melihat kehalusan dari asap yang terbentuk secara linear atau tegak lurus yang di pengaruhi oleh kecepatan angin.

#### 3.2 Manfaat Penelitian

Kegiatan penelitian rancang bangun wind tunnel menggunakan smoke generator pada aerodinamika kendaraan memiliki manfaat sebagai berikut :

- Di dapatkan komponen hasil desain alat wind tunnel atau terowongan udara. Sebagai upaya syarat suatu alat yang di buat untuk praktikum mahasiswa.
- Mendapatkan hasil data uji aerodinamika kendaraan miniatur.

Mampu di jadikan referensi dasar untuk penghitungan percepatan udara dalam praktikum aerodinamika.

### IV. METODE PENELITIAN

#### 4.1 Metode Perancangan

Dalam pembuatan wind tunnel atau terowongan udara memiliki beberapa bagian yang harus di rancang terlebih dahulu, yaitu meliputi:

##### 4.1.1 Merancang Smoke Generator.

Smoke generator adalah bagian alat yang dapat menghasilkan asap pada wind tunnel atau terowongan udara. Bagian pada smoke generator mempunyai komponen komplit untuk menghasilkan asap. Asap yang di hasilkan bersifat tidak beracun. Bahan yang digunakan adalah cairan alami padatumbuhan yaitu vegetable glycerin.

##### 4.1.1.1 Membuat Kipas Penghisap

Kipas penghisap berfungsi untuk menghisap udara dari belakang ujung wind tunnel. Kipas tersebut di putar menggunakan dinamo dengan

kebutuhan energi listrik 12VDC. Target dari pembuatan kipas hisap ini bisa di kontrol kecepatannya menggunakan elektrik kontrol. Elektrik kontrol bertujuan untuk mengatur kecepatan motor pada kipas tersebut.

#### 4.2 Metode Percobaan Alat

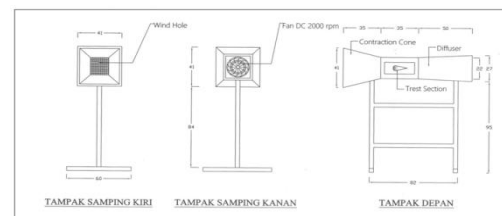
Metode percobaan alat yang di lakukan adalah dengan cara melihat kehalusan dari asap yang terbentuk secara linear. Dari asap yang tegak lurus dapat di ambil sesuai kesimpulan secara objectif. Asap tegak lurus di pengaruhi oleh kecepatan angin. Dari percobaan ini kecepatan angin ini dapat mempengaruhi tegak lurus dari asap. Dari kegiatan percobaan alat ini perlu adanya SOP (Standart operasional prosedur) pada alat, Yaitu :

SOP WINDTUNNEL	
MENGAKTIFKAN SMOKE GENERATOR	
1.	Memastikan cairanVegeatable Glycerin terisi penuh.
2.	Menyalakan listrik smoke generator.
3.	Mengumpulkan asap hingga penuh dan bekerja dengan normal.
4.	Asap angin siap di gunakan.
MENGAKTIFKAN KIPAS HISAP	
5.	Menyalakan motor listik pada kipas.
6.	Menyesuaikan kecepatan angin terhadap hasil asap yang di inginkan
7.	Pembacaan anemometer terbaca.
PENGAMATAN PADA WINDTUNNEL	
8.	Meletakkan benda uji pada windtunnel yang sudah siapkan.
9.	Menyalakan LED pada ruang Windtunnel.

#### 4.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian :Laboratorium Teknik Otomotif Politeknik Negeri Jember  
Waktu pelaksanaan :15 Juli 2019 – 25 November 2019

gambar alat uji bentuk yang akan di rencanakan pada penelitian uji smoke wind tunnel(gambar 2).

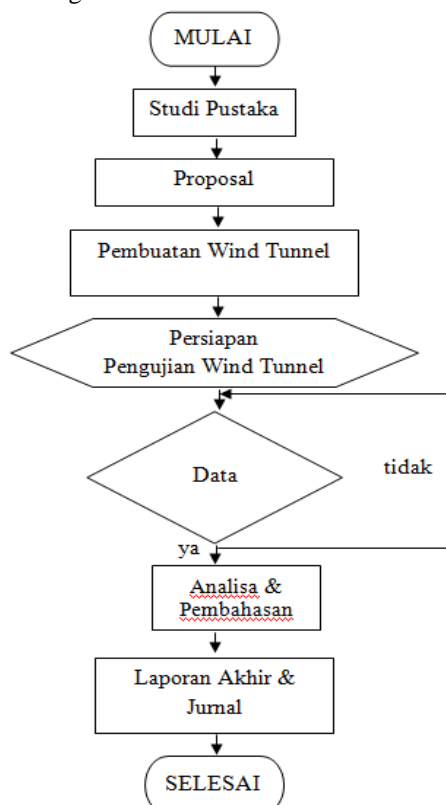




Gambar rencana tiga dimensi wind tunnel (gambar 3)

- 4.4 Prosedur Pengujian Alat Wind Tunnel menggunakan Asap (*Smoke Generator*)  
Prosedur pembuatan smoke generator terhadap kekuatan hisap angin dalam wind tunnel meliputi 3 variable pada persentase pwm pada asap dan kecepatan angin :
1. Menggunakan kecepatan angin rendah
  2. Menggunakan kecepatan angin sedang
  3. Menggunakan kecepatan angin kencang
- 4.5 Prosedur Pengambilan Data
1. Mengamati alur asap pada pintu pengamatan pada setiap kecepatan rendah, sedang dan kencang
  2. mencatat dan menganalisa yang terjadi pada waktu pengambilan data
  3. memfoto hasil pengujian

#### 4.6 Diagram Alir Penelitian




Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian

## V.HASIL DAN LUARAN YANG DI CAPAI

### 5.1 Pembahasan

Pembuatan alat wind tunnel ini atau terowongan udara memiliki beberapa bagian yang sudah di buat dengan bahan yang sudah di rencanakan yaitu dengan menggunakan bahan multilek 18mm yang di lapiisi HPL yang sesuai dan juga menggunakan akrilik 10mm di dalam pembuatan ruang intip. Di antara bagian bagian dari alat wind tunnel adalah sebagai berikut :

Contraction cone atau kerucut kontraksi	Trest section atau bagian trest ruang uji	Diffuser atau penyebar untuk ruang hisap
		











### 5.2 Data Hasil Penelitian

Tabel 5.2 menunjukkan data hasil dari hasil pengujian yang telah di lakukan masing masing tahapan dengan perlakuan kecepatan angin yang menggunakan alat anemometer. Dari hasil analisa masing masing pengujian di dapat di antaranya:

1. Pada pengujian pertama kemungkinan untuk daya hisap masih belum sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, sehingga turbulensinya tidak beraturan.
2. Pengujian ke dua ini meningkatkan daya hisap dan untuk daya hisap masih belum sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, sehingga turbulensinya tidak beraturan sama dengan pengujian pertama.
3. Pengujian ke tiga ini meningkatkan daya hisap dan untuk daya hisap sudah mampu untuk menghisap asap yang ada dan tampak juga turbulensinya secara jelas,dan asap masih terlihat jelas.
4. Pengujian ke empat ini meningkatkan daya hisap dan untuk daya hisap sudah mampu untuk menghisap asap yang ada ,akan tetapi asap agak kurang jelas terlihat.
5. Pengujian ke lima ini meningkatkan daya hisap dan untuk daya hisap sudah mampu untuk menghisap asap yang ada ,akan tetapi asap tidak jelas terlihat.



## Data 5.2 Hasil pengujian

No	Alat Anemometer	Gambar	keterangan
1			Daya hisap kurang sempurna ,asap terlihat jelas
2			Daya hisap cukup sempurna,asap terlihat jelas
3			Daya hisap sempurna ,asap terlihat jelas
4			Daya hisap sempurna ,asap kurang terlihat jelas
5			Daya hisap sempurna ,asap kurang terlihat jelas

## 5.3 analisa Data

Hasil analisa data adalah :

1. Di dalam kecepatan angin hisap 2,2 m/s ,di ketahui daya hisap kurang sempurna ,dan asap terlihat jelas
2. Di dalam kecepatan angin hisap 2,5 m/s , Daya hisap cukup sempurna,asap terlihat jelas
3. Di dalam kecepatan angin hisap 3,6 m/s , Daya hisap sempurna ,asap terlihat jelas
4. Di dalam kecepatan angin hisap 8,0 m/s , Daya hisap sempurna ,asap kurang terlihat jelas
5. Di dalam kecepatan angin hisap 9,5 m/s , Daya hisap sempurna ,asap kurang terlihat jelas

Dari hasil pengujian ke lima tersebut ,maka di dapatkan kesimpulan bahwa yang dapat di gunakan untuk alat uji wind tunnel adalah dengan kecepatan hisap sebesar 3,6 m/s maka akan sempurna di dalam pengujian. Wind Tunnel yang telah di buat hanya untuk skala kecil dan tidak lebih dari 3,6m/s kecepatan angin.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asrikin. (2011). *Karakterisasi Fatigue dan Analisa Mikroskopis pada Mekanisme Kegagalan Material Komposit Fiber Gall-Epoxy Untuk Material Sudu Turbin Angin*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [2] ASTM. (1986). *Metal Test Methods and Analytical Procedures*. Philadelphia, PA: American Society for Testing Materials.
- [3] B. D., Broutman, L. J. (1990). *Analysis and Performance of Fibre Composites*. New York: Jhon Willey Inc.
- [4] Carli, S. A. Widyanto, Ismoyo Haryanto. (2012). *Analisis Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Serat Gelas Jenis Woven Dengan Matriks Epoxy dan Polyester Berlapis Simetri Dengan Metode Manufaktur Hand Lay-Up*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [5] Ismail, Fajar. (2012). *Rancang Bangun Alat Uji Impak Charpy*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [6] Istiqomah, S. (2006). *Menanam Hidroponik*. Jakarta: Azka Press.
- [7] Krismawati, A. (2012). *Teknologi Hidroponik Dalam Pemanfaatan Lahan Pekarangan*. Malang: BPTP.
- [8] Lingga, P. (2004). *Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- [9] MODUL OPKR-60-029A. (2004). *Membuat (Fabrikasi) Komponen Fiberglass/Bahan Komposit*. Yogyakarta: Tim Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- [10] Musyarofah. (2010). *Pembudidayaan Tanaman Secara Hidroponik Guna Pemanfaatan Lahan Sempit*.
- [11] Nopriantina, Noni. (2013). *Pengaruh Ketebalan Serat Pelapah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-serat Alam*. Padang: Universitas Andalas.
- [12] SIMANJUNTAK, Rahmat Kartolo. (2015). Energi Impak Helmet Sepeda Motor yang Dikenai Beban Jatuh Bebas. *JURNALIS ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI TERAPAN "REINTEK"*, 7.1.
- [13] WIDODO, Basuki. (2008). Analisa sifat mekanik komposit epoksi dengan penguat serat pohon aren (ijuk) model lamina berorientasi sudut acat (random). *Jurnal Teknologi technoscintia*.

No uji	Kecepatan angin (m/s)	Analisa
1	2,2	Pada pengujian pertama kemungkinan untuk daya hisap masih belum sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, sehingga turbulensinya tidak beraturan
2	2,5	Pengujian ke dua ini meningkatkan daya hisap dan untuk daya hisap masih belum sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, sehingga turbulensinya tidak beraturan sama dengan pengujian pertama.
3	3,6	Untuk daya hisap sudah sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, sehingga turbulensinya sudah nampak jelas dan bisa untuk pengujian selanjutnya, dan asap masih terlihat jelas.
4	8,0	Untuk daya hisap sudah sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, akan tetapi asap agak kurang jelas terlihat,sehingga turbulensinya tidak jelas .
5	9,5	Untuk daya hisap sudah sempurna untuk mencapai wings yang terpasang di cekam, akan tetapi asap tidak jelas terlihat,sehingga turbulensinya tidak jelas .